



TITLE:

高効率固液分離技術を活用した流入下水のアナモックス処理法の開発研究(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

武田, 茂樹

CITATION:

武田, 茂樹. 高効率固液分離技術を活用した流入下水のアナモックス処理法の開発研究. 京都大学, 2016, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2016-09-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19985>

RIGHT:

許諾条件により本文は2017-08-31に公開

京都大学	博士（工学）	氏名	武田 茂樹
論文題目	高効率固液分離技術を活用した流入下水のアナモックス処理法の開発研究		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は、公共用水域において窒素負荷の削減が求められている中、コスト等の要因により普及率が伸び悩んでいる下水処理場向け窒素除去技術に、アナモックスプロセスを適用することで、その低コスト化を試みた研究の成果をまとめたものであって、7章で構成されている。</p> <p>第1章は緒言であり、本研究の背景として、下水の高度処理に係る諸問題及び開発プロセスの説明を行い、目的について述べている。</p> <p>第2章では、アナモックスプロセスを流入下水の処理に適用し実用化する際の課題を抽出し、それら課題に対する既往研究の進捗状況を整理したうえで、本研究の方向性を示し、第3章～5章につなげている。</p> <p>第3章では、本開発プロセスが下水処理場に導入された場合に必要となる、アンモニア性窒素（NH₄-N）の亜硝酸（NO₂-N）化とアナモックス反応が同時進行する生物膜を形成するための担体馴養手法を検討した結果を述べている。具体的には、まず、流入下水の水温及び NH₄-N 濃度条件において、生成した NO₂-N の硝酸（NO₃-N）化を抑制するための条件として、担体容積当りケルダール窒素（Kj-N）負荷を 200mgN/L 担体/hr 以上とすることを見出している。そして、その条件を付与することで、アナモックス反応を新規に発現させられることを確認している。さらには、それら担体に、新品担体を追加投入していった結果、実用的な期間（2 カ月程度）にて、実用的な窒素除去性能（平均滞留時間 8.4hr にて、反応槽流入平均 T-N 濃度 25.2mg/L、流出平均 T-N 濃度 11.3mg/L）を得ている。</p> <p>第4章では、本開発プロセスの設計・操作因子について検討した結果を述べている。槽内 NO₂-N 濃度と総窒素（T-N）除去速度の安定化の関係について調べ、反応槽内の各区画において槽内 NO₂-N 濃度が最適範囲に入るように曝気風量制御するのが望ましいことを明らかにした。次に、T-N 除去速度が槽内 NH₄-N 濃度の 1/2 乗に比例するという関係をみだし、T-N 除去速度を高めるには、完全混合の区画を許容される範囲内で多数にすることが望ましいと結論づけている。さらに、担体流動のための攪拌強度と T-N 除去速度の関係から、動力低減のためには T-N 除去速度が一定に保たれる攪拌強度の下限値付近での運転が必要であることを示した。</p> <p>第5章では、本開発プロセスの性能安定化手法について検討した結果を述べている。第一に、過大な流入有機物負荷が NO₂-N 生成不足を引き起こすことを確認し、これを防止するには、高効率固液分離槽を活用して TOC 容積負荷を 9mg/L/hr 以下に抑える必要があると結論づけている。第二に、NO₂-N の生成過剰により NO₃-N 生成が一度活性化されると、担体容積当り Kj-N 負荷上昇による対応では、潜在的 NO₃-N 生成能を不活化するのに長時間を要することを確認し、それゆえ、Kj-N 負荷を常時 200mg/L 担体/hr 以上とすることが望ましいと結論づけている。</p> <p>第6章では、3～5章で得られた知見および予備的実験を行って得られた結果を用いて、本開発プロセスのランニングコストを試算し、従来型窒素除去プロセスのそののほぼ 2 分の 1 に低減されることを明らかにし、本開発プロセスが実用化されれば、低コストでの窒</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	武田 茂樹
<p>素負荷総量の削減に大きく貢献できることを示した。</p> <p>第 7 章は総括であり、本論文で得られた成果について要約している。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、公共用水域への窒素負荷削減を目指し、下水処理場における省エネルギーでかつ低コストで窒素除去可能な水処理技術として、高効率固液分離技術を活用した流入下水のアナモックス処理法の開発研究を行い、その成果をまとめたものである。得られた主な成果は次のとおりである。

1. 流入下水の水温及び $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度条件であっても、 $\text{NO}_2\text{-N}$ の $\text{NO}_3\text{-N}$ 化を抑制できる条件(担体容積当りケルダール窒素(Kj-N)負荷を 200mgN/L 担体/hr 以上)を見出したうえで、その条件を付与することで、アナモックス反応を新規に発現させること、さらには、発現させた担体に、新品担体を追加投入していった結果、実用的な期間(2 カ月程度)にて、実用的な窒素除去性能(平均滞留時間 8.4hr にて、反応槽流入平均 T-N 濃度 25.2mg/L 、流出平均 T-N 濃度 11.3mg/L)が得られることを実証している。
2. 設計・操作法として、反応槽内の各区画において槽内 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度が最適範囲に入るように曝気風量制御するのが望ましいこと、 T-N 除去速度を高めるには反応槽を押出し流れに近い形にするのが望ましいこと、担体流動のための攪拌強度には T-N 除去速度を低下させない下限値が存在すること、を明らかにし、実用的なプロセスの設計及び操作法の確立に貢献している。
3. 本開発プロセスの性能安定化手法として、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 生成不足を防止するために高効率固液分離槽により総有機炭素(TOC)容積負荷を 9mg/L/hr 以下に抑えること、一度活性化するとその不活化に長時間を要する $\text{NO}_3\text{-N}$ 生成を抑止するために担体容積当り Kj-N 負荷を常時 200mg/L 担体/hr 以上とすること、を明らかにしている。
4. 実験で得られた知見を用いて、本開発プロセスのランニングコストを試算し、従来型窒素除去プロセスのそののほぼ 2 分の 1 に低減されるとの結果を得ている。

以上、本論文は、下水中窒素除去へのアナモックスプロセスの適用に関する基礎検討として、担体馴養により、実用的な期間にて実用的な窒素除去性能が得られることを実証したうえで、設計・操作因子と性能安定化手法を提示するとともに、ランニングコストにおける優位性を提示したものである。本開発プロセスは、大規模処理施設に適用可能な方式が採られていることも考慮すると、その実用化がなされれば、公共用水域への窒素負荷総量の削減に大きく貢献できるものである。得られた成果は、学術上、実際上環境負荷改善に寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 28 年 8 月 24 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。

要旨公開可能日： 年 月 日以降